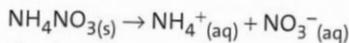


L'ammonitrate est un engrais azoté solide. Il contient du nitrate d'ammonium NH_4NO_3 . L'emballage indique : « 34,4 % en masse de l'élément azote N », ce qu'un dosage des ions ammonium NH_4^+ présents dans l'engrais à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium S_B permet de vérifier.

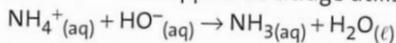


Données :

- Couples acide/base : $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$; $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$.
- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$ à 25 °C.
- L'équation de la dissolution du nitrate d'ammonium dans l'eau est :



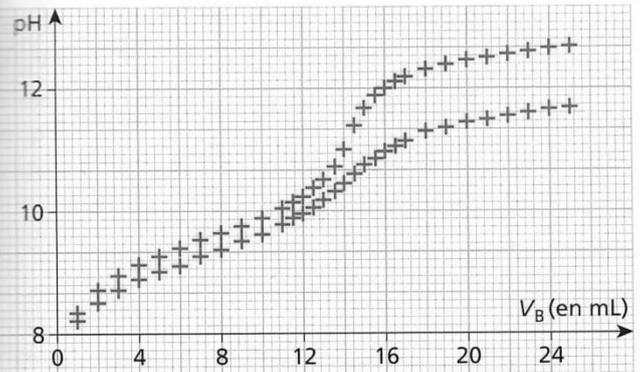
L'équation de la réaction support de titrage utilisée ici est :



Une solution S est obtenue en dissolvant $m = 6,0$ g d'engrais dans une fiole jaugée de volume $V = 250,0$ mL. On fabrique ensuite deux solutions, B_1 et B_2 comme indiqué ci-dessous :

Bécher	B_1	B_2
Volume V_S de S (mL)	10,0	10,0
Volume d'eau déminéralisée (mL)	0	290
Volume total de la solution (mL)	10	300

Le titrage de B_1 et B_2 par S_B de concentration $c_B = 0,20$ mol.L⁻¹ conduit aux courbes $\text{pH} = f(V_B)$ ci-contre :



1. Étude expérimentale

- Schématiser et légender le montage permettant de réaliser un titrage pH-métrique.
- Déterminer graphiquement le volume du point équivalent sur chacune des courbes.
- Estimer dans chaque cas l'incertitude absolue $\Delta V_{\text{éq}}$ sur la valeur du volume trouvé.
- Quel titrage est le plus précis ?

2. Détermination de la concentration en ions NH_4^+

- Quelles sont les espèces chimiques présentes dans le mélange réactionnel à l'équivalence ?
- Déduire de la réaction support du titrage la relation entre la quantité de matière d'ions ammonium dosée $n_0(\text{NH}_4^+)$ et la quantité d'ions hydroxyde versée à l'équivalence $n_e(\text{HO}^-)$.
- Déterminer la valeur de $n_0(\text{NH}_4^+)$.
- Quelle quantité de matière d'ions ammonium $n(\text{NH}_4^+)$ est présente dans le volume V de la solution S ? En déduire la quantité de nitrate d'ammonium présente dans S.

3. Du titrage au contrôle qualité dans le cas d'un engrais

- Quelle est la masse d'azote dans une mole de NH_4NO_3 ?
- En déduire la masse d'azote présente dans la solution S.
- Le pourcentage massique p en élément azote est le rapport entre la masse d'azote présente dans l'échantillon et la masse de l'échantillon. Calculer p .

4. Évaluation de l'écart relatif

- Déterminer l'incertitude absolue sur la concentration c_B et sur la masse molaire de l'azote en utilisant les nombres de chiffres significatifs avec lesquels ces valeurs sont exprimées.
- Déterminer aussi l'incertitude absolue sur la masse m sachant que la balance utilisée indique les décigrammes.
- Déterminer la précision relative sur p sachant que la précision relative sur la verrerie est de 0,2 % et que l'expression de l'incertitude relative sur p est :

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta V_{\text{éq}}}{V_{\text{éq}}} + \frac{\Delta c_B}{c_B} + \frac{\Delta V_S}{V_S} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta M}{M}$$

- En déduire l'intervalle de confiance sur p . Conclure quant à l'exactitude de la valeur affichée par le fabricant.